



## Klimastatus og –fremskrivning 2023 (KF23):

### Landbrugsarealer

Sektornotat nr. 10C

**Kontor/afdeling**  
Systemanalyse

**Dato**  
17-05-2023

**J nr.** 2023-4846

## Indholdsfortegnelse

1. KF23 forløbet: Status og fremskrivning til 2035.....	2
Landbrugsarealernes rolle for drivhusgasudledninger .....	2
2. Analyse af KF23 forløbet .....	5
2.1 Overordnet udvikling i sektoren frem til 2035.....	5
3. Kvalificering af KF23 forløbet.....	12
3.1 Sammenligning med sektorens udledninger i KF22 .....	12
3.2 Usikkerhed og følsomhedsberegninger .....	13
3.3 Planlagt udvikling fremadrettet .....	17
4. Kilder .....	18
5. Bilag .....	19
Bilag 5.1. indikatorer for sektoren .....	19

*Dette sektornotat er en del af Klimastatus og –fremskrivning 2023 (KF23). KF23 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at udviklingen i fremskrivningen er betinget af et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget eller EU har besluttet før 1. januar 2023 eller som følger af bindende aftaler. KF23 resultaterne og de bagvedliggende analyser i sektornotaterne skal derfor ses i denne frozen policy kontekst. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se KF23 sektorforudsætningsnotat om principper og politikker.*

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700  
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



## 1. KF23 forløbet: Status og fremskrivning til 2035

### Landbrugsarealernes rolle for drivhusgasudledninger

Danmark er blandt de lande i EU, der har den højeste andel af landbrugsareal<sup>1</sup> svarende til knap to tredjedele af Danmarks areal. Dertil kommer, at en del af det landbrugsareal, som opgøres i LULUCF-sektoren<sup>2</sup>, også omfatter udyrkede arealer, læhegn, markkrat mv.

Planter optager CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, når de vokser. Når planterester, rødder og andet organisk materiale efterlades på marken vil en del af kulstoffet under nedbrydning indarbejdes som jordens organiske materiale og bidrage til opbygning af jordens samlede kulstofpulje. Afhængig af forholdet mellem den årlige kulstof tilførsel og den årlige nedbrydning, vil der ske en netto udledning eller et optag af CO<sub>2</sub>. Der er store mængder organisk kulstof på landbrugsarealerne, som er bundet i både biomasse (kornafgrøder, rødder mv.) og især i jorden. Derfor har arealanvendelse inden for landbruget og arealændringer (afskovning, skovrejsning og vådområdeetablering) en relativ stor betydning for drivhusgasregnskabet, fordi selv små ændringer i meget store kulstofpuljer i mellem år kan medføre betydelige udledninger eller optag.

Dette sektornotat omhandler landbrugsarealernes forventede optag og udledninger af drivhusgasser, som udgør størstedelen af LULUCF-udledningerne (Figur 1)<sup>3</sup>. Samlet set udgjorde udledningerne fra landbrugets arealanvendelse 5,1 mio. ton CO<sub>2e</sub> i 2021. I 2030 forventes den samlede udledning at være 3,6 mio. ton CO<sub>2e</sub>.

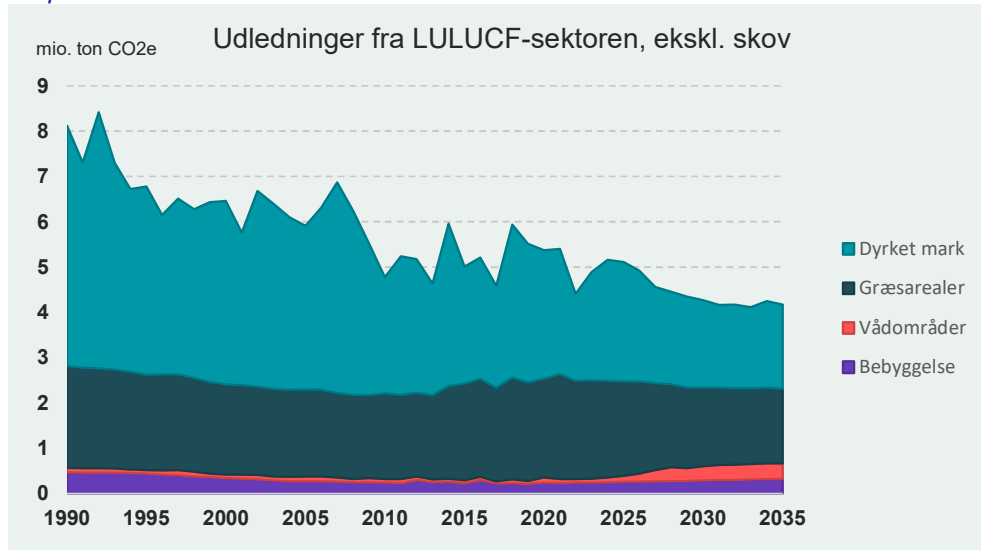
---

<sup>1</sup> <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=32409>

<sup>2</sup> *Land Use, Land-Use Change and Forestry*.

<sup>3</sup> I LULUCF-sektoren opgøres al arealanvendelse i CRF-kategori 4. Landbrugets arealanvendelse omfatter dyrket mark og græsarealer, hvor kulstofpuljeændringer opgøres i hhv. CRF-kategori 4B og 4C. Herudover indholder kategorien også arealklasserne vådområder, bebyggelse og skov, hvor sidstnævnte beskrives separat i klimafremskrivningen.

Figur 1: Udledninger fra LULUCF-sektoren, eksklusiv skov og høstede træprodukter.



Kilde: Energistyrelsen (2023a) på baggrund af tal fra DCE.

Udledningerne fra landbrugets arealanvendelse afhænger især af om det er kulstofrig eller mineral jord, der dyrkes. Det er således dyrkningen af *kulstofrige* jorde, der er hovedkilden til udledninger fra arealerne, mens kulstofbalancen i de *mineralske* landbrugsjorde er i en nogenlunde ligevægt. Det er derfor primært placeringen af de to arealtyper, dyrket mark og græsareals andel på kulstofrig jord, som afgør størrelsen af udledningen på de to arealtyper.

Arealer med kulstofrig landbrugsjord udgør kun ca. 6 pct. af det samlede danske landbrugsareal, men forventes ikke desto mindre i 2030 at udlede ca. 3,7 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Til sammenligning forventes de samlede udledninger (inkl. optag) fra landbrugsarealerne at udgøre ca. 3,6 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030, altså mere end den samlede udledning, hvilket skyldes at mineraljorderne trækker i den anden retning, idet de giver et optag af CO<sub>2</sub>e, og dermed en lavere nettoudledning.

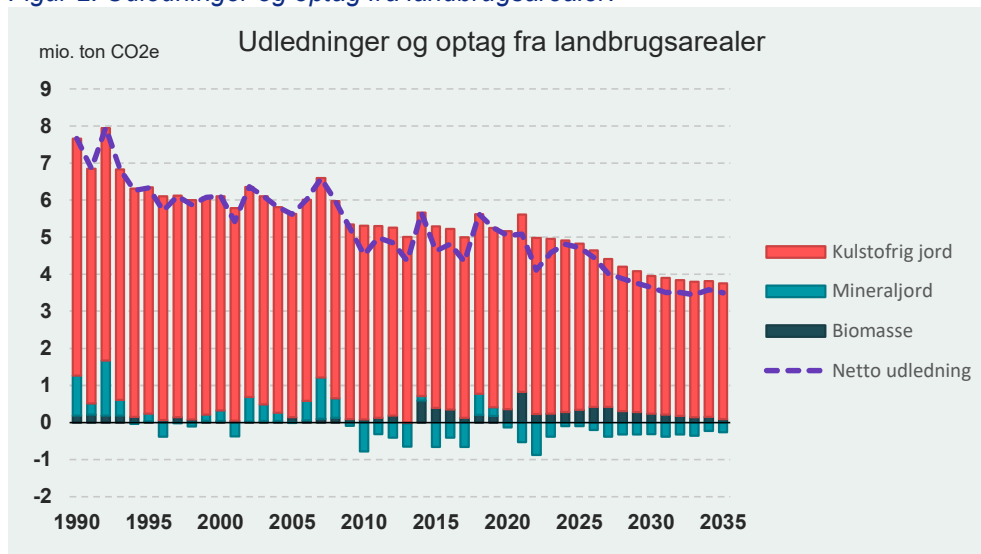
For mineraljord, der udgør ca. 94 pct. af det samlede danske landbrugsareal, svinger udledninger og nettooptag over årene. I første fremskrivningsår (2022)<sup>4</sup> falder nettoudledningerne i de samlede udledninger fra LULUCF-sektoren med ca. 0,9 mio. tons CO<sub>2</sub>e, hvilket drives af et større optag fra mineraljorderne, faldet er dog kun kortvarigt, og stiger året efter. Det store optag i mineraljorde i 2022 skyldes, at der er benyttet de målte temperaturer fra 2022, imens der i de resterende fremskrivningsår er benyttet DMI's temperaturscenarie frem imod 2035 (se afsnit 2.1.2). I de første fremskrivningsår falder nettoudledningene omkring 0,2-

<sup>4</sup> I opgørelses regi arbejdes der to år bagud, således at man er sikker på, at faktorer der påvirker udledningerne er fastlagt, samt at der i emissionsopgørelsen er tid til at gennemgå en større revision.



0,3 mio. ton CO<sub>2</sub>e, men på lidt længere sigt (mellem 2026 og 2029) forventes nettoudledningerne at falde med ca. 1 mio ton CO<sub>2</sub>e og at falde yderligere 0,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e fra 2030 til 2035. Historisk set kan ændringerne i mineraljordens kulstofpulje svinge meget fra år til år afhængigt af bl.a. temperaturen og afgrødeudbyttet (Figur 2). Det er komplekse non-lineære interaktioner, der modelleres, hvilket vanskeliggør fremskrivning af de præcise årlige udledninger.

Figur 2: Udledninger og optag fra landbrugsarealer.



Kilde: Energistyrelsen 2023c pba. af tal fra DCE.

Biomasse, der omfatter levende og død biomasse i bl.a. frugttræer, bærbuske, markkrat og læhegn, samt afskovning til landbrugsarealer, forventes at udlede mellem 0,2 og 0,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e årligt fra første fremskrivningsår (2022) frem til 2035.

Som følge af tiltagene i b.la. *Aftale om Grøn omstilling af dansk landbrug* (herefter Landbrugsaftalen), forskellige nationale udtagningsordninger for kulstofrige jorde og EU's landbrugspolitik CAP 2023-27 forventes udledningerne fra landbrugsjorden samlet set at falde fra 5,1 (2021) til 3,6 (2030) og 3,5 (2035) mio. ton CO<sub>2</sub>e. Faldet skyldes i høj grad tiltag vedrørende permanent udtagning og vådgøring af kulstofrig jord. For en nærmere beskrivelse af forudsætningerne for beregningerne til nærværende Klimafremskrivning, herunder også beskrivelse af frozen policy (inkl. tiltag fra Landbrugsaftalen og CAP 2023-27) henvises til KF23 forudsætningsnotat om landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov (Energistyrelsen 2023d).



## 2. Analyse af KF23 forløbet

### 2.1 Overordnet udvikling i sektoren frem til 2035

I dette afsnit beskrives udviklingen i de tre typer af udledninger fra Figur 2, dvs. 1) udledninger fra dyrket og drænet kulstofrig jord, 2) udledninger og optag fra mineraljord og 3) udledninger og optag i levende og død biomasse.

Landbrugsarealets fordeling på dyrket mark og græsarealer samt jordens kulstofindhold (< 6 pct., 6-12 pct., eller >12 pct. organisk kulstof, OC) påvirker udledningerne fra de kulstofrige arealer og mineraljordsarealerne. Mineraljorderne har under 6% kulstof. Fordelingen kan ses af Tabel 2.

*Tabel 1: Landbrugsarealet fordeling mellem dyrket mark og græsarealer, samt fordeling på jordtype fra 1990 og frem til 2035.*

Landbrugsarealets fordeling (ha)					
	1990	2021	2025	2030	2035
<b>Dyrket mark</b>					
Mineral jord	2.859.469	2.691.335	2.668.807	2.637.105	2.622.704
Kulstofrig > 12 % OC*	54.082	29.992	27.369	20.845	20.395
Kulstofrig 6-12 % OC	79.618	58.081	55.458	48.935	48.485
<b>Græsarealer</b>					
Mineral jord	64.798	100.620	95.158	85.846	83.489
Kulstofrig > 12 % OC	46.668	42.659	40.036	33.513	33.063
Kulstofrig 6-12 % OC	34.922	38.050	35.427	28.903	28.453
<b>Udenfor Internet Markkort</b>					
> 12 % OC & 6-12 % OC	-	3341	3733	3733	3733

*Kilde: Energistyrelsen (2023a) på baggrund af tal fra DCE. \* OC = organisk carbon (kulstofindhold)*

*Anm.: Arealer er opgjort af DCE ud fra principperne i den nationale emissionsopgørelse og kan derfor afvige fra arealopgørelser fra Danmarks statistik.*

#### 2.1.1. Udledninger fra dyrket kulstofrig jord

Kulstofrig jord har et højt kulstofindhold. Jordene er drænede arealer på tidligere mosejord (såkaldte lavbundslande) og andre arealer, der tidligere har stået under vand. Fra disse jorde udledes store mængder CO<sub>2</sub> ved dyrkning når jorden er drænet og dermed iltet. Kulstofrig jord inddeles i to klasser: Jord med 6 til 12 pct. organisk kulstof og jord med over 12 pct. organisk kulstof (tørvejorde). Det antages i emissionsopgørelsen, at udledninger fra 6-12 pct. jorderne er halvt så store som fra tørvejorderne. Siden 1990 er arealet med kulstofrig jord reduceret. Det skyldes dels at kulstofindholdet i de kulstofrige jorde er blevet mineraliseret (frigivet til

atmosfæren pga. iltning) og arealet derfor er blevet omklassificeret fra kulstofrig jord til mineraljord med under 6 pct. kulstof, og dels at vådområder er reetablerede. Der er en betydelig usikkerhed knyttet til både det historiske og nutidige kortgrundlag for arealer med kulstofrig jord.

Jævnfør Figur 2 er udledninger fra dyrket kulstofrig jord mindsket fra 6,4 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 1990 til 4,8 mio. ton CO<sub>2</sub> i 2021. Det er hovedsagelig en konsekvens af en reduktion af arealet med dyrket kulstofrig jord men også, at andelen af arealet med drænet kulstofrig jord i højere grad anvendes til græs end til korn og andre et-årige afgrøder (Tabel 2). Kulstofrig jord, som dyrkes med græs, udleder mindre CO<sub>2</sub> end når der dyrkes korn og andre et-årige afgrøder.

*Tabel 2: Andel af kulstofrig jord som er græsarealer over årene 1990 til 2035 (procent).*

	1990	2021	2025	2030	2035
Andel af > 12 % OC med græs	46	59	59	62	62
Andel af 6-12 % OC med græs	30	39	39	37	37

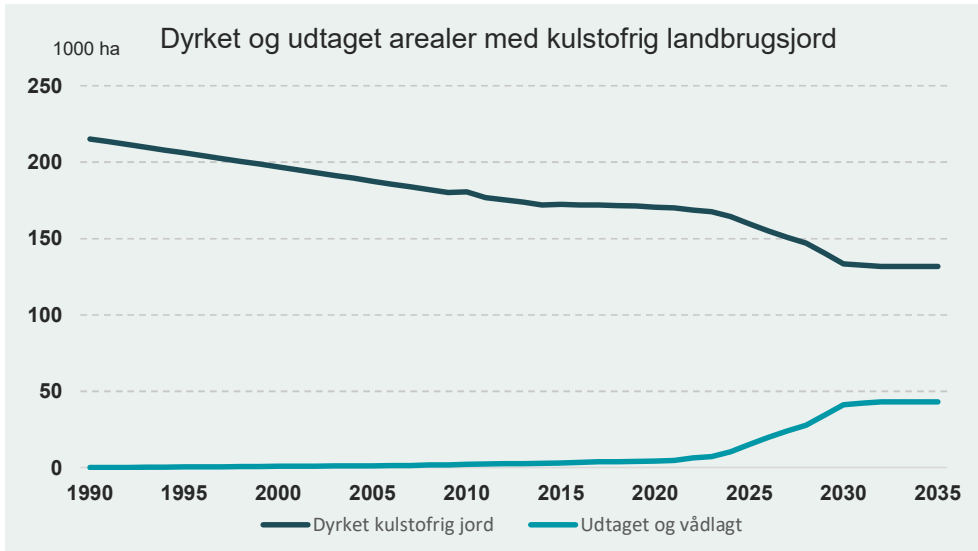
*Kilde: Energistyrelsen (2023a) på baggrund af tal fra DCE. \* OC = organisk carbon (kulstofindhold)*

#### Udtagning af dyrkede arealer med kulstofrig jord

Udledningerne fra kulstofrig jord kan reduceres ved at vådgøre de dræned, kulstofrige jorde. I fremskrivningen er årsagen til den yderligere reduktion af udledninger fra dyrket kulstofrig jord derfor, at der sker en reetablering af vådområder som resultat af udtagning, hvilket resulterer i en reduktion på ca. 1,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035 ift. 2021 (Figur 2). Udtag og vådgøring af kulstofrig jord forventes at ske primært som følge af vedtagne politikker og afsatte midler fra 2018 og frem, herunder midler til udtagning fra FL20 og FL21, landbrugsaftalen og CAP 2023-27. I KF23 antages, at der udtages omkring 38.700 ha kulstofrig landbrugsjord frem mod 2032 (Figur 3), og ikke yderligere efter 2032, da der på nuværende tidspunkt ikke er afsat yderligere midler. Det svarer til udtag af knap en fjerdedel af det kulstofrige areal, der dyrkes i 2021.



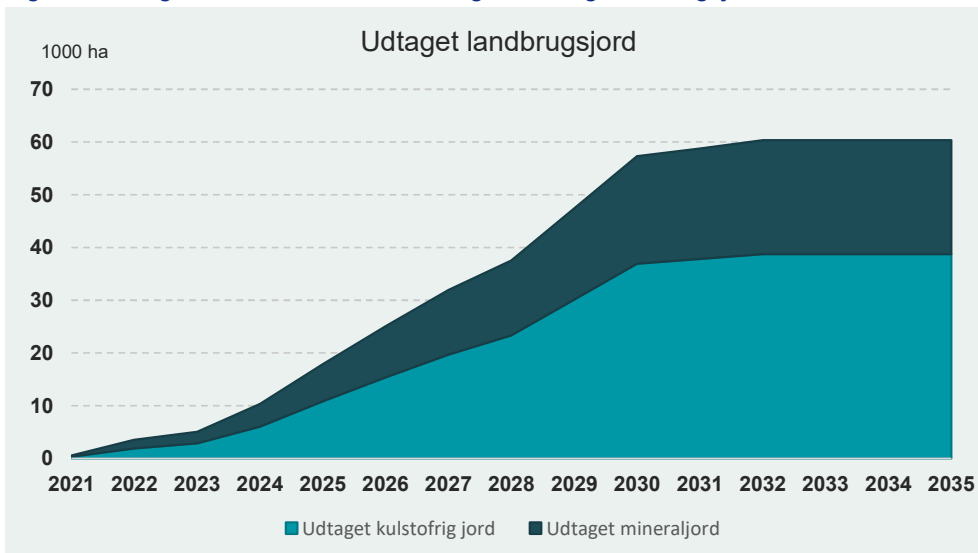
Figur 3: Dyrket og udtaget areal med kulstofrig landbrugsjord fra 1990 til 2035.



Kilde: Energistyrelsen 2023c på baggrund af oplysninger fra landbrugsstyrelsen.

Når der udtages kulstofrig landbrugsjord til vådområder oversvømmes samtidig tilstødende arealer med mineraljord, som dermed udtages af produktion. Det samlede udtagede areal, kaldet projektarealet forventes at udgøre ca. 60.000 ha i 2032.(Figur 4).

Figur 4: Udtagne arealer med mineral og kulstofrig landbrugsjord fra 2021 til 2035.



Kilde: Energistyrelsen 2023c og på baggrund af oplysninger fra landbrugsstyrelsen.

Note: Arealer antages udtaget tre år efter bevillingsåret, hvorfor figur 3 starter i 2021, hvor de første yderligere arealer udtages som følge af første bevillingsår i 2018.

Der er stor usikkerhed forbundet med antagelserne om udtagning og vådlægning af kulstofrig jord. Usikkerheden angår både perioden mellem bevilling og realisering,



som antages at være 3 år i KF23, og størrelsen på udtagningsarealet, herunder fordelingen over årene. Disse usikkerheder er beskrevet i afsnit 3.2.

I KF23 er der endvidere også indregnet ekstensivering af 38.000 ha med kulstofrig jord. Ekstensivering defineres som ophør af gødskning men fortsat dyrkning med slæt (græs m.h.p høst heraf). Ekstensivering reducerer ikke CO<sub>2</sub>-udledningerne fra de kulstofrige arealer, da arealerne skal vådlægges før det har en effekt på nedbrydningen. Ekstensivering vil dog reducere gødningsforbruget, hvilket er indregnet i fremskrivningen af landbrugsprocessernes udledning (kapitel 10B).

### *2.1.2. Ændringer i kulstofpuljen i mineraljord*

Udledninger fra og optag af kulstof i mineraljord afhænger af samspillet mellem tilførslen af organisk materiale (plantemateriale og husdyrgødning), vejrforhold, jordtypen og dyrkningshistorikken. Over årene varierer især udbytter og vejrforhold, hvilket vanskeliggør forudsigelsen af kulstofpuljeændringerne i mineraljord. Det kan resultere i stor årlig variation i udledninger, der kan være negative og positive over årene. I forhold til 1990 ses der nu og i fremskrivningen en tendens til flere år med nettooptag af CO<sub>2</sub>, som overordnet kan tilskrives udbyttestigning og øget etablering af efterafgrøder. Men selvom der udlægges store arealer med efterafgrøder, kan der stadig opstå nettoudledninger pga. øgede temperaturer i enkelte år.

#### **Temperaturstigning**

Årlige temperaturudsving har stor indflydelse på ændringen i kulstofpuljen i mineraljord i enkelte år. Øgede temperaturer vil alt andet lige medføre en større nedbrydning af det eksisterende organiske materiale i mineraljord og resultere i nettoudledning. Omvendt vil et køligere år medføre en lavere nedbrydning af jordens organiske materiale og dermed øge kulstofbindingen og nettooptaget. I C-TOOL-modellen som anvendes i DCE's emissionsopgørelse for mineraljord er temperaturens effekt på kulstofpuljernes mineralisering modelleret med en ikke lineær responsfunktion, hvorfor det er nødvendigt at foretage flere kørsler med C-TOOL med forskellige temperaturscenarier. Til brug for dette har Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) udarbejdet klimascenarier, som bruges i KF23. Til KF23 benyttes DMI's opdaterede temperaturscenarier baseret på FN's klimascenarie RCP4.5 og skaleret til danske forhold ved at anvende lokale observerede temperaturer for perioden 1980-2021 for de otte landsdele (Nordjylland, Sydjylland, Østjylland, Vestjylland, Fyn, Hovedstaden / Nordsjælland, Sjælland inkl. Lolland-Falster og Bornholm).

#### **Tilførsel af organisk materiale til jorden**

Øget tilførsel af organisk materiale sker både som konsekvens af en ændret afgrødesammensætning, forventede udbyttestigninger, øget udbredelse af efterafgrøder, brug af husdyrgødning og ved øget halmnedmulding. Etablering af efterafgrøder sker med henblik på at minimere risiko for kvælstofudvaskning, men





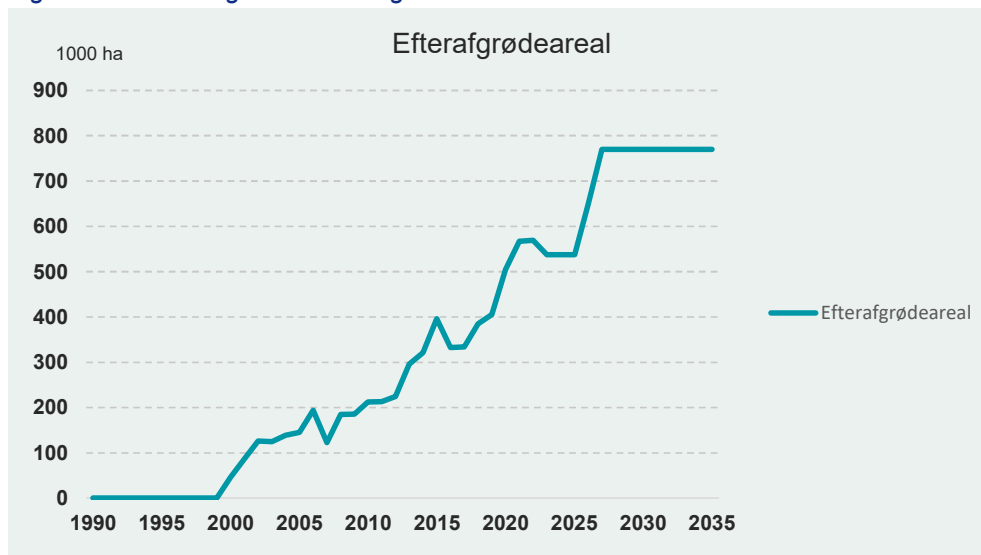
øget brug af efterafgrøder kan også øge jordens kulstofpulje, da plantemateriale efterlades på marken. Ligeledes kan øget tilførsel af halm (eller pyrolyseret halm/gylle som biokul) øge jordens kulstofpulje. I realiteten er klimaeffekten af øget tilførsel af organisk materiale betinget af jordens kulstofindhold og dyrkningshistorik. Hvis et areal allerede har et højt kulstofindhold og en forhistorie med tilførsel af husdyrgødning i et sædskifte med meget græs vil effekten af halmnedmuldning og efterafgrøder, alt andet lige, være relativt mindre, end hvis forhistorien er en ensidig kornmark uden halmnedmuldning.

### Efterafgrøder

Efterafgrødeordninger omfatter den målrettede regulering, pligtige- og husdyrefterafgrøder og MFO-efterafgrøder<sup>5</sup>, hvor sidstenævnte ordning forventes udfaset i 2023. Der udlægges også efterafgrøder uden for ordning i begrænset omfang. Den i KF23 indregnede udvikling i det samlede efterafgrødeareal kan ses af Figur 5.

Forventningerne om øget efterafgrødeareal er baseret på, at der i Landbrugsaftalen er fastlagt et kvælstofindsatsbehov under den målrettede regulering frem til 2030, her vil efterafgrødearealet stige gradvist og forventes fuldt udmøntet i år 2027 (figur 5) Den målrettede regulering har til formål at reducere kvælstofudvaskning, men øger også jordens kulstofpulje via øget tilførsel af organisk materiale ved brug af bl.a. efterafgrøder.

Figur 5: Areal udlagt med efterafgrøder fra 1990 til 2035.



Kilde: Energistyrelsen 2023c og på baggrund af oplysninger fra landbrugsstyrelsen.

<sup>5</sup> MFO står for miljøfokusområder og er med til at beskytte og forbedre biodiversiteten på landbrugsarealerne samt minimere risiko for kvælstofudvaskning.



### *Halmnedmuldning*

Til KF23 har DCE opgjort mængden af halm til nedmuldning ved at benytte den gennemsnitlige mængde produceret halm i årene 2012-2022, og derefter fratrukket mængden af halm, som benyttes til energiformål (udtagen biogas), samt halm brugt til foder og størelse.

### *Udbyttestigninger*

Det årlige udbytt niveau påvirkes særligt af vejrforholdene, men også af genetiske og dyrkningsmæssige faktorer. Derfor kan et år med høje temperaturer resultere i lave udbytter og i sidste ende nettoudledning fra mineraljorderne. Det gennemsnitlige udbytt niveau har dog historisk set været stigende, og denne tendens forventes at fortsætte i fremskrivningsårene. I KF23 forventes en årlig gennemsnitlig udbytt estigning på omkring 0,5 pct. (og varierer fra 0,3-1,0 pct. mellem afgrøderne). Den forventede udbytt estigning er behæftet med usikkerhed og påvirkes af de fremskrevne temperaturændringer i enkelte år. Derfor har DCE udført en følsomhedsanalyse af den forventede udbytt estigning, som beskrives i afsnit 3.2.

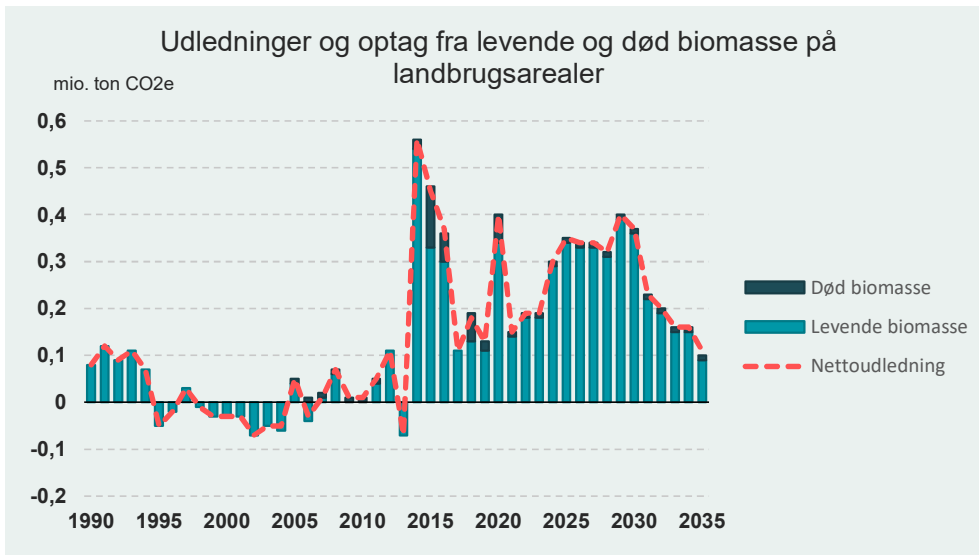
#### *2.1.3 Ændringer i kulstofpuljen i levende og død biomasse*

Kulstofpuljen i levende biomasse inkluderer frugttræer, bærbuske, poppel, pil og andre vedholdige flerårige afgrøder, samt ikke-produktive elementer så som læhegn og markkrat. Optag/udledninger herfra er konstante og betyder meget lidt for landbrugets samlede udledninger, men medtages her for fuldkommenhedens skyld. Ifølge IPCCs regneregler opgøres puljeændringer årligt, hvorfor etårige afgrøder ikke giver anledning til hverken udledninger eller optag på nationalt niveau. De årlige ændringer i kulstofpuljen, som medfører både udledninger og optag, skyldes dermed vækst, tilplantning eller fældning af disse planter. Ændringer i kulstofpuljen af død biomasse, skyldes arealændringer, når skov omlægges til landbrugsarealer. Den efterladte døde biomasse fra skoven (nedfaldne blade, kviste og delvist omsatte træstumper) nedbrydes efterfølgende, hvilket fører til udledning. Disse udledninger afreporteres under landbrugsarealer hvis afskovningen sker til dyrket mark eller græsarealer.

Siden 1990 har der over årene været både udledninger og optag forbundet med ændringer i biomassens kulstofpulje. Fra 2021 og fremad fremskrives hovedsageligt netto-udledninger fra biomasse af varierende størrelse fra år til år (Figur 6). De øgede udledninger som forventes i perioden 2021-2032 skyldes hovedsagelig ændringer i den stående biomasse (biomassen der er tilstede oven jorde) som findes på eksisterende arealer ved ændring af landbrugsarealer til vådområder og skovrejsning. Både udtag til vådområder og skovrejsning leder samlet set til udledningsreduktioner. De samlede udledninger fra levende biomasse skyldes også en kombination af vækst og fældning af de vedholdige afgrøder, samt ændringer i de ikke-produktive elementer. Øget plantning af læghegn, markkrat og stigende udbredelse af skovlandbrug vil bidrage til at reducere

udledninger fra biomasse og kan endda føre til nettooptag for kategorien levende og død biomasse.

Figur 6: Udledninger og optag fra levende og død biomasse på landbrugsarealer (uden non-CO2 fra afbrænding).

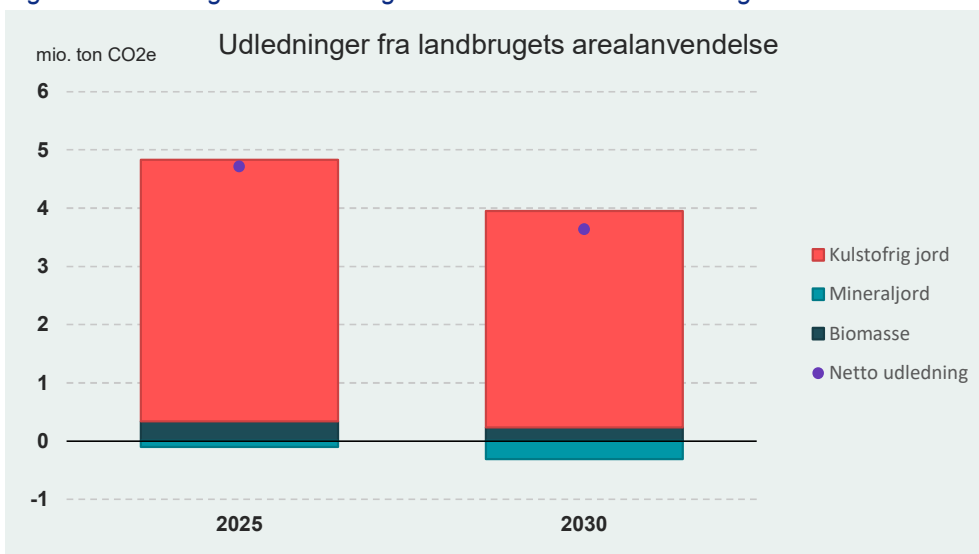


Kilde: Energistyrelsen, 2023c på baggrund af tal fra DCE.

#### Tilbageværende udledninger i sektoren frem mod 2035

I 2030 forventes de samlede udledninger fra landbrugets arealanvendelse at udgøre ca. 3,7 mio. ton, med et forventet fald til ca. 3,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035

Figur 7: Udledninger fra landbrugets arealanvendelse i 2030 og 2035



Kilde: Energistyrelsen, 2023c, på baggrund af tal fra DCE.



Den største kilde til udledninger fra landbrugsarealerne er fortsat kulstofrig jord (Figur 7). Udledninger herfra forventes at udgøre ca. 3,7 mio ton CO<sub>2</sub>e i 2030 og 3,7 mio. tons CO<sub>2</sub>e i 2035. Udledningerne fra biomasse forventes at falde fra 0,3 (2025) til 0,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e (2035). Mineraljorderne forventes at optage omkring 0,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2025, 0,3 mio. tons CO<sub>2</sub>e i 2030.

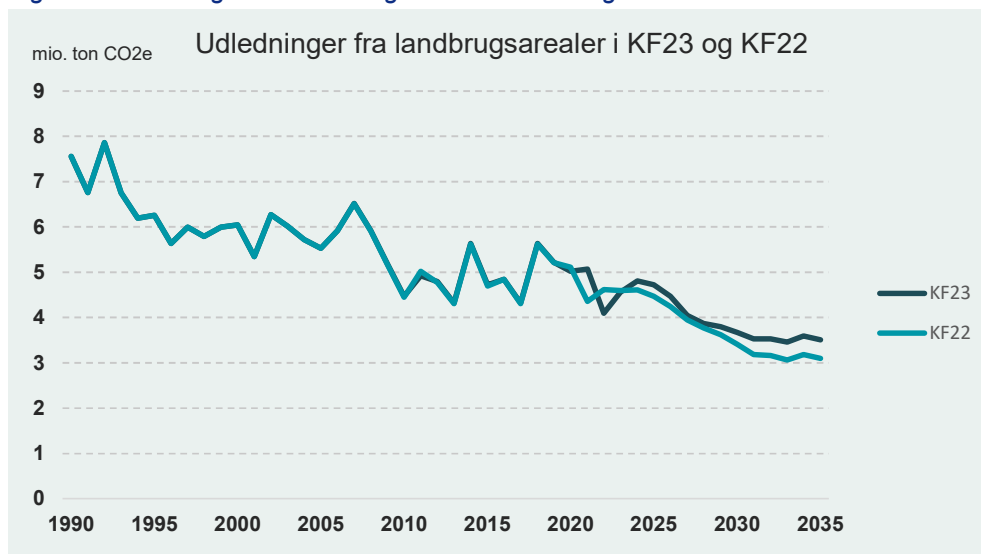
### 3. Kvalificering af KF23 forløbet

#### 3.1 Sammenligning med sektorens udledninger i KF22

I dette afsnit sammenlignes sektorens samlede udledninger i KF23 med de tilsvarende udledninger for sektoren i KF22. Det skal i denne forbindelse bemærkes, at det generelt ikke vil være muligt entydigt at forklare alle ændringerne fra KF22 til KF23, da disse ændringer vil være det samlede resultat af både politiktiltag og ændrede generelle forudsætninger ift. f.eks. priser og teknologi samt afledte effekter mellem sektorerne. I nogle tilfælde kan resultaterne endvidere også være påvirket af metode- og modeludvikling (som bl.a. beskrevet i KF23 forudsætningsnotaterne).

Der er i forbindelse med KF23 foretaget datamæssige ændringer, som påvirker den fremskrevne opgørelse, hvilket skyldes en ændring i inputparameteren for specifikt vinterhvede og efterafgrøder i C-TOOL beregningerne. For fremskrivningsperioden er den vigtigste ændring en nedjustering af vinterhvedearealet tilsvarende det forventede efterafgrødeareal, samt at der for år 2022 ikke er benyttet temperaturer fra DMI's temperaturscenarier, men de målte temperaturer igennem året, hvilket giver et stort optag fra mineraljorderne i det pågældende år (se figur 8).

Figur 8: Udledninger fra landbrugsarealer i KF23 og KF22.



Kilde: Energistyrelsen 2023a og Energistyrelsen 2022 på baggrund af tal fra DCE.



### *Ændringer i udledninger og optag fra mineral jord*

Der er foretaget flere ændringer i C-TOOL modellering som påvirker KF23 resultatet for mineraljordernes kulstofpuljeændringer. De mest afgørende ændringer er en mere realistisk indregning af efterafgrødearealet, og en mindre stigning i udbytterne end forventet. Der redegøres for dette, i afsnittene under.

### *Temperaturscenarie*

Ligesom til KF22 har DCE benyttet ti uafhængige kørsler ud af fra 100 forskellige temperaturscenarier udviklet af DMI. Disse er benyttet til at fremskrive udledninger/optag fra 2023 og frem. Til KF23 er dog, i det første fremskrivningsår (2022) blevet benyttet de observerede temperaturer i løbet af året, fremfor temperaturerne fra scenarieberegningerne.

### *Udbytteændringer*

Metoden for den indregende fremtidige udbyttestigning er uændret siden KF22. De observerede udbyttestigninger har været en smule mindre end fremskrevet i KF22, hvilket har givet anledning til en mindre fremskrevet halmmængde til nedmuldning, dette skyldes af mængden af halm, antages som værende relativt ift. udbyttet på afgrøden.

### *Efterafgrødeareal*

I KF23 er der indregnet efterafgrødeareal på baggrund af landbrugsaftalen og CAP 2023-27, som bl.a. bidrager til øget kulstofbinding i mineraljordene, dette er uændret fra KF22. Til KF23 er der medtaget, at dyrkning af efterafgrøder umuligør samtidig dyrkning af vintersæd (f.eks. vinterhvede). Vinterhvedearealet har været overestimeret i KF22 og er derfor nedskrevet i KF23 med et areal tilsvarende efterafgrødearealet (770.000 ha i 2026 og frem). I stedet for vinterhvede, antages arealet at være sået med vårbyg. Dette giver et mindre input af halm til C-tool, som derfor leder til et mindre optag end forventet sammenlignet med KF22.

## **3.2 Usikkerhed og følsomhedsberegninger**

Generelt vurderes det, at opgørelsen af udledninger og optag i LULUCF-sektoren er forbundet med en større usikkerhed end for de fleste andre sektorer i klimaregnskabet. Det skyldes, at nettoudledninger og –optag er et resultat af små ændringer i meget store kulstofpuljer, hvilket er vanskeligt at måle, og af biologiske non-linære interaktioner, som bedst lader sig modellere ved relativt komplekse modeller (C-TOOL). De mere enkle udledningsmodeller afhænger tillige af en række antagelser, f.eks. mængden af fritlagt organisk materiale i den drænedede kulstofrige jord, og dermed hvor stor en del af denne kulstofmængde, der reelt nedbrydes årligt. Disse antagelser afhænger især af jordernes dræningstilstand, som ikke modelleres eksplicit i den nuværende beregningsmodel.



### *Emissionsfaktorer for kulstofrig jord*

DCE beregner udledninger fra kulstofrig jord baseret på gennemsnitlige nationale emissionsfaktorer opdelt på to kulstofindholdsintervaller, samt om der er tale om vedvarende græsarealer eller arealer i omdrift (f.eks. korn eller andre etårige afgrøder). Foreløbige forskningsresultater peger på, at dyrkede kulstofrige landbrugsjorder er mindre drænedede og dermed mere vandmættede, end der er lagt til grund for DCE's opgørelse og fremskrivning. Det betyder, at udledningen fra kulstofrig jord kan tænkes at være lavere end beregnet og dermed også at den beregnede udtagnings effekt er lavere. Der er også usikkerhed om den nuværende antagelse om, at jorder med 6-12 pct. kulstof har en emission svarende til halvdelen af jorderne med >12 pct. kulstof, hvilket kan betyde, at udledningen fra kulstofrig jord er højere end beregnet og dermed også, at udtagnings effekten potentielt er højere. Bl.a. på baggrund af dette er der igangsat et arbejde med at sikre bedre viden om udledningerne jf. afsnit 3.3.

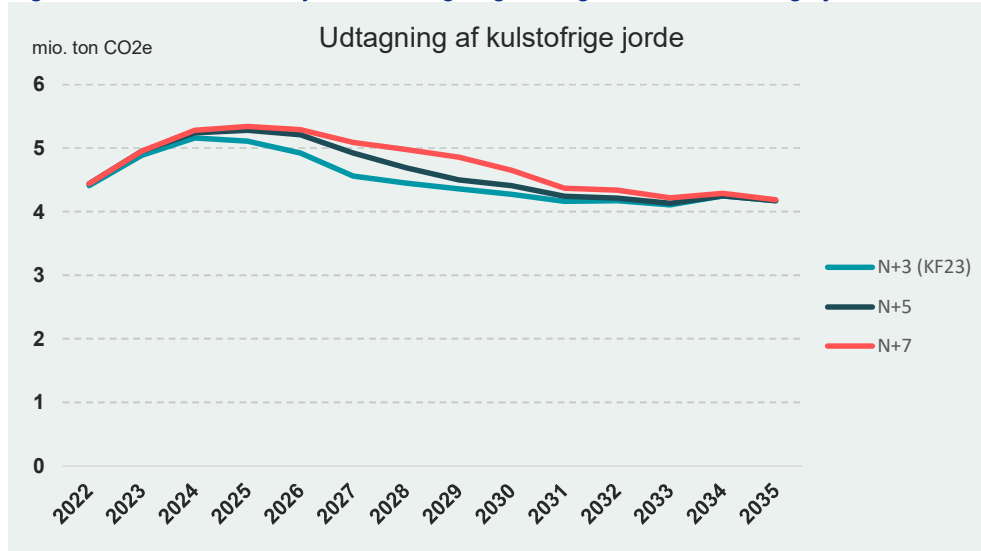
### *Udtagning til vådområder*

Der er generel usikkerhed omkring hvornår effekten af udtaget kulstofrig landbrugsjord vil indfinde bl.a. fordi det er usikkert hvor mange år der vil gå fra bevilling til vådområdet gives og indtil arealer reelt udtages og vådgøres, og udledningerne dermed reduceres. Ligesom i KF22, anvendes i DCE's beregninger til KF23 en antagelse om, at der går tre år fra bevilling til effekten indtræder, men der er tilfælde, hvor det tager længere tid.

DCE har til KF23 foretaget en følsomhedsanalyse, hvor det antages, at der går hhv. 5 og 7 år fra bevilling til effekten indtræder. Det skyldes bl.a. at udtagsordningerne er baseret på frivillighed og kan kræve at flere lodsejere indgår sammen i projektet. Det bidrager til usikkerhed ved fordelingen af udtagningsarealet over årene, da den reelle udtagning afhænger af den enkelte landbruger, hvilket kan betyde, at det udtagne areal muligvis bliver lavere end antaget.

Ændrede udledninger ifm. forskellen i udtagningshastigheder, skønnes at være største i perioden 2025-2030, det skyldes at de ordninger der udmøntes i starten af fremskrivningsperioden, til dels vil være implementeret i de scenarier med hhv. 5 og 7 års udtagelseshastighed. Med en udtagelseshastighed på 5 år, vil de samlede udledninger ifølge fremskrivningen være 0,17 mio. ton CO<sub>2</sub>e højere i 2025, stige til en samlet merledning på 0,36 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2027, for derefter gradvist at falde og være 0,13 mio. ton CO<sub>2</sub>e højere i 2030 (figur 9). Med en udtageleshastighed på 7 år, viser fremskrivningen at de samlede udledninger vil stige med 0,23 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2025, være højest i årene 2027-28 med en merledning på 0,53 mio. ton CO<sub>2</sub>e, og være på 0,38 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030 (figur 9).

Figur 9. Følsomhedsanalyse for udtagningshastigheder af kulstofrige jorde



Kilde: Energistyrelsen, 2023c på baggrund af tal fra DCE

I følsomhedsanalysen til KF23, har man antaget at de afsatte midler vil få fuld udløb. I forbindelse med sidste års klimafremskrivning (KF22), blev der foretaget en følsomhedsanalyse, hvor 50 og 75 pct. af midler fik afløb. Dette gav en samlet merudledning på hhv. 0,25 mio. ton CO<sub>2</sub>e for 75 pct. og 0,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e for 50 pct. afløb af midlerne, og vil altså potentielt skulle lægges oven i den ændrede udtagningshastighed.

#### Følsomheder i C-TOOL modellering af kulstofpuljen i mineraljorden

Udledninger og optag fra landbrugsarealer er følsomme over en række eksterne parametre, som vind og vejr, men er også påvirket af faktorer som afgrødesammensætning og i hvor høj grad organisk materiale bliver tilbageført.

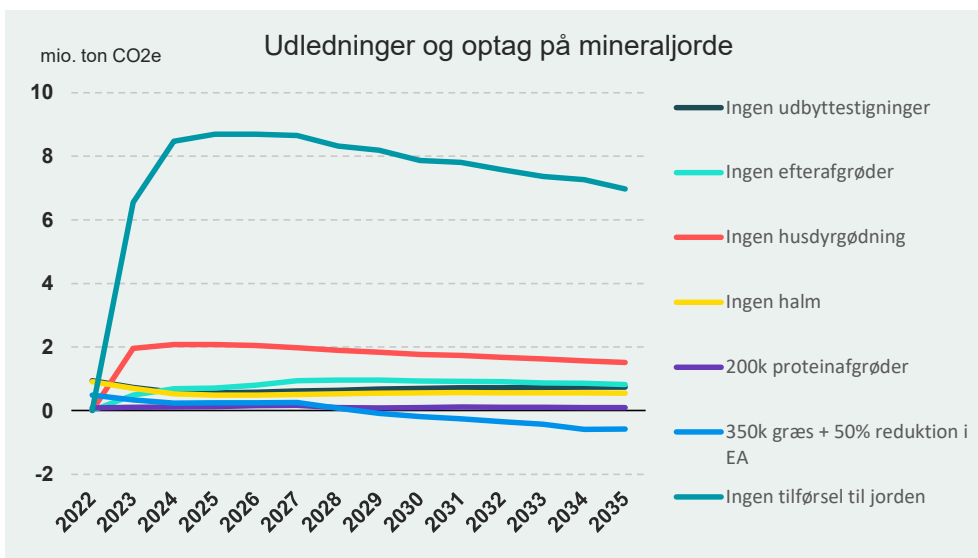
Følsomhedsanalyser for C-TOOL udført af DCE viser, at tilføres intet organisk til mineraljorderne vil de samlede udledninger stige med 8,7 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2025 (figur 10). Mineraljorderne er altså stærkt afhængig af en konstant tilførsel for at bibeholde den nuværende ligevægt, om end det må forventes at være et urealistisk scenarie med intet organisk input overhovedet, scenariet understreger dog vigtigheden i en konstant tilføjelse af organisk materiale for at opretholde kulstofpuljen i mineraljorde. Antages det, at ingen halm bliver tilført til mineraljorderne vil de samlede udledninger stige med 0,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e i perioden 2025-2030. Imens ingen tilførsel af husdyrgødning vil give en samlet merudledning på 2,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2025 og 1,8 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030 (figur 10).

DCE har til KF23, også lavet scenarier hvor afgrøde/biomasse sammensætningen er anderledes end i dag. I et scenarie, hvor der plantes 200.000 ha ekstra med proteinafgrøder forventes det at øge udledningerne med 0,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e grundet



en smule mindre tilførsel af organisk materiale til mineraljorderne. Antages det, at der kommer 350.000 ha ekstra græs i omdrift, samt en reduktion på 50 pct. i efterafgrødearealet, forventes udledninger i perioden 2022-2028 at stige med 0,3 mio. ton CO<sub>2</sub>e, grundet det mindre efterafgrødeareal. Fra 2028-2030 forventes det at give et optag på 0,2 mio. ton CO<sub>2</sub>e og yderligere til 0,6 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035. I scenariet med 350.000 ha ekstra græs i omdrift, vil den nye ligevægt altså først indtræffe i slutningen af fremskrivningsperioden (figur 10).

*Figur 10: Følsomhed overfor manglende udbyttestigning, ingen tilførsel ved halmnedmuldning, ingen efterafgrøder på arealerne, ingen tilført husdyrgødning, afgrødesammensætning med 200.000 ha mere protein afgrøder, 350.000 ha mere græs i omdrift og 50 pct. færre efterafgrøder, samt ingen tilførsel af organisk materiale overhovedet.*



En følsomhedsanalyse af betydningen af halmnedmuldning i C-TOOL viser, at hvis al halm fjernes fra markerne vil udledninger øges med ca. 0,5 mio. ton CO<sub>2</sub> i 2030 (Figur 10).

#### Implementering af politiske aftaler

Afslutningsvis skal det bemærkes, at landbrugsaftalen og den nationale CAP-plan begge er nye aftaler, hvorfor der i efterfølgende klimafremskrivninger kan forekomme justeringer af forudsætningerne i takt med, at tiltagenes implementering bliver mere konkret. Forudsætningerne til KF22 er baseret på den nuværende viden om implementering og skal derfor betragtes som bedste bud på nuværende tidspunkt.





### 3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Klima-, Energi-, og Forsyningsministeriet har igangsat et forskningsarbejde, der skal sikre bedre viden om, hvordan udledningerne fra kulstofrige jorder kan beregnes mere retvisende.

Der vil fremadrettet endvidere blive arbejdet på at kunne opdele den samlede udledningsopgørelse i klimafremskrivningen i særskilte udledningsopgørelser fra hhv. økologisk og konventionel produktion. For landbrugsarealerne vurderes dette dog kun muligt på udledninger fra kulstofrig jord samt for nogle kulstofpuljeændringer i levende biomasse.

Fødevarerministeriet har nedsat en ekspertgruppe, hvis formål er at komme med forslag, der kan øge hastigheden for udtagningen af kulstofrig landbrugsjord. Arbejdet forventes påbegyndt i starten af 2024, og forventes medtaget i forudsætningerne til KF24.

## 4. Kilder

DCE 2022a: Nielsen et al. 2022. Denmark's National Inventory Report 2022. Emission Inventories 1990-2020 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 969 pp. Scientific Report No. 494  
<http://dce2.au.dk/pub/SR494.pdf>

Energistyrelsen, 2023a. Dataark for resultater, *KF23 resultater CRF-tabel*,  
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022>

Energistyrelsen, 2023b. Dataark for resultater, *KF23 dataark - Landbrug*,  
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022>

Energistyrelsen, 2023c. Dataark for resultater, *KF23 dataark - LULUCF*,  
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022>

Energistyrelsen, 2022d. Forudsætningsnotat 10B om landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov til Klimafremskrivning 2022.  
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2023>

Energistyrelsen 2022. Klimafremskrivning 2022,  
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022>

## 5. Bilag

### Bilag 5.1. indikatorer for sektoren

I Klimahandlingsplan 2020 blev der opstillet en række indikatorer, der fremadrettet kan bidrage til at vurdere fremdriften i omstillingen af de enkelte sektorer. I dette bilag præsenteres data for de indikatorer, der er relevante for landbrugets arealanvendelse. Som indikator for landbrugets arealanvendelse er der i Figur 3 i afsnit 2.1.1. vist den forventede udvikling i udtag og vådgøring af kulstofrig jord som følge af tidligere vedtagne politikker og afsatte midler fra 2018 og frem, herunder udtagningsordninger fra FL20 og FL21, landbrugsaftalen og CAP 2023-27.

I KF22 forventes der at blive udtaget omkring 38.700 ha kulstofrig landbrugsjord frem mod 2035. Ved etablering af vådområder udtages også mineraljord, og der forventes i alt at blive udtaget 60.000 ha i 2032 og derefter. Derudover er der indregnet ekstensivering af 38.000 ha med kulstofrig jord.